

**В. В. ЛЕВЧЕНКО**

Заведующий Бауманским Педагогическим Музеем в Москве

**М. И. СИДОРИН**

Преподаватель Московского Межевого Института

---

# ЛИСТОПАД и ОСЕННЯЯ ОКРАСКА ЛИСТЬЕВ

155225

„СЕВЕРНЫЙ ПЕЧАТНИК“  
Вологда, 1925

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

Осенний листопад, несомненно, является одной из наиболее популярных тем в сезонной работе школы.

В большинстве случаев, однако, школьные занятия по этому вопросу сводятся лишь к поверхностному наблюдению над осенними листьями и ограничиваются сбором их и составлением коллекций для школьной выставки; иногда еще, правда, эти занятия дополняются краткими беседами объяснительного характера.

Одной из причин такой постановки дела является слабая разработанность этого вопроса в существующей ботанической учебной литературе: листопаду и осенней окраске листьев в ней или совсем не уделяется места, или отводится мимоходом лишь несколько строк.

В популярной литературе имеются отдельные очерки об осеннем листопаде, но они носят описательный характер, и их данные к тому же зачастую сильно устарели в большей своей части.

Между тем, листопад и осенняя окраска листьев могут дать прекрасный материал для исследовательской проработки ряда важнейших вопросов из жизни наших растений.

Настоящее небольшое руководство и ставит себе задачу—помочь преподавателям в организации более углубленных занятий исследовательского характера по изучению явлений листопада. С этой целью в руководстве разработаны задачи для самостоятельных

исследовательских работ учащихся с методическими указаниями для руководителя.

Руководство может быть также использовано и в домашней работе по самообразованию.

При подборе материала особое внимание было обращено на фактическую сторону затрагиваемых вопросов.

При освещении вопросов, по которым в науке существуют различные точки зрения, авторы предпочитали объяснения более простые и наглядные, непосредственно вытекающие из самого явления. По той же причине в руководстве не затронуты различные предположения, недостаточно обоснованные и часто противоречивые, как, напр., теории Шталя, Кернера и других о значении для растения красной окраски листьев и т. под., широко распространенные в популярных книгах и учебниках.

По своему содержанию руководство распадается на три темы:

1. Является ли мороз причиной листопада?
2. Значение листопада для растения.
3. Подготовка растения к листопаду и изменение окраски листьев.

Методические указания для руководителя помещены в 1-й части руководства, задачи для самостоятельной работы учащихся—во 2-й; в 3-й части руководства помещены дополнительные задачи с осенними листьями, или менее связанные с основной темой, или более сложные по своему выполнению (требующие, напр., микроскопа и т. п.).

Труд составления руководства был распределен авторами следующим образом.

Темы: «Является ли мороз причиной листопада» и «Значение листопада для растения» составлены В. В. Левченко; «Подготовка растений к листопаду

и осенняя окраска листьев» и дополнительные работы составлены М. И. Сидориным.

Выпуская настоящее руководство, Государственный Тимирязевский Научно-Исследовательский Институт изучения и пропаганды естественно-научных основ диалектического материализма находит необходимым указать, что весь предлагаемый материал проработан на практике преподавателями Бауманского района гор. Москвы в Бауманском Педагогическом Музее под руководством В. В. Левченко и проведен в школах этого района.

Результаты этой работы в виде детских записей, коллекций, рисунков, аппликаций и пр. выставлены в кабинете сезонных явлений Бауманского Педагогического Музея и могут осматриваться всеми интересующимися (Москва, Елоховская площадь, Плетешковский пер., д. № 3). Там же открыта для осмотра и показательная выставка по проработке всех задач, указанных в настоящем руководстве.

Проработка в школах указанного материала послужила практической проверкой его пригодности, за что всем преподавателям, проводившим эту ценную методическую работу, отнявшую у них не мало времени и труда, приносится глубокая благодарность. Особенно большое участие в этой работе принимали следующие школы Бауманского района: 1-я советская школа, 2-я, 3-я, 7-я, 8-я, 12-я, 13-я, 15-я, 16-я, 20-я, 21-я, 22-я, 24-я, 26-я, 34-я, Д/д. «Ручеек» и Д/д. «Красное Солнышко».

Фотографические снимки с коллекций и детских работ, приведенные в руководстве, сделаны сотрудником Музея П. С. Посыпкиным, а все рисунки составлены с натуры самими авторами.

Всех лиц, которые будут вести работу по настоящему руководству, за всеми справками и указаниями

просят обращаться в Государственный Тимирязевский Научно-Исследовательский Институт изучения и пропаганды естественно-научных основ диалектического материализма, Москва, Пятницкая ул., 48, куда просят доставлять, хотя бы во временное пользование, и все результаты работ (записи, рисунки, коллекции и т. п.).

Москва.  
15 декабря 1924 г.

---

ЧАСТЬ I

**Методические указания для  
руководителя**

## Г л а в а I.

### **Является ли мороз причиной листопада?**

Осенняя окраска листьев и их осыпание всем бросаются в глаза, но не всем, однако, известен глубокий смысл этих, на вид простых, явлений.

На поставленный детям вопрос, почему падают листья с деревьев, в подавляющем большинстве случаев получается ответ: «от мороза». Такой ответ нам приходилось постоянно слышать в школах не только в первой, но и во второй ступени. Мороз умерщвляет листья и вызывает их падение,— вот ходячее мнение о причинах листопада, разделяемое, однако, не только детьми, но часто и взрослыми. А, между тем, явления, сопровождающие листопад, всем доступны для наблюдения, не требуют почти никаких приспособлений для своего исследования и без труда вводят наблюдателя в лабораторию самой природы.

Предлагаемый краткий очерк и дает все необходимые указания для самостоятельной исследовательской работы, приводящей к выяснению причин листопада и к пониманию значения этого явления в жизни растения.

Работы эти могут быть поставлены как детьми под руководством учителя в порядке их школьных занятий, так и всеми любителями в целях самообразования.

В школе этот план целиком может быть проработан, конечно, только во второй ступени или отчасти—в старшей группе первой, в младших же группах первой ступени из него могут быть взяты

только отдельные работы, которые послужат основанием для полной его проработки в дальнейшем.

Материал, составляющий первый концентр в изучении листопада, в программах ГУС'а входит в состав комплекса «Приготовление к зиме» и отнесен ко 2-му году обучения 1-й ступени.

При изложении содержания работ в тексте попутно и указывается, какие работы приблизительно образуют первый концентр. Это выделение материала проведено исходя из проработки этой темы в младших группах первой ступени школ Бауманского района, на что уже указывалось в предисловии.

Конечно, данное выделение материала должно рассматриваться только как приблизительное, так как оно зависит от развития детей, количества уже усвоенных ими знаний и ряда других причин, известных только самому преподавателю. Окончательное установление размера материала, подлежащего изучению в данной группе, может поэтому принадлежать только ему одному.

Изучение листопада в школе непременно предваряется беседой, подводящей итог прежним детским наблюдениям и выясняющей взгляды детей на его причины. Большой интерес представляет опрос всех детей по очереди о причинах листопада с подведением итогов числа лиц, держащихся одного мнения. Обычно виновниками листопада указываются: мороз, реде ветер, иногда снег и т. д.

**ЗАДАЧА 1.**  
Наблюдения  
за отдель-  
ными расте-  
ниями.

Для разрешения вопроса о причинах листопада детям предлагается провести наблюдения за отдельными растениями и отметить следующие моменты:

1. Время появления первой осенней окраски у отдельных листьев.
2. Время изменения окраски большинства листьев растения.
3. Начало заметного осыпания листьев.
4. Время полного обнажения ветвей.



Наблюдения должны быть распределены между детьми класса по небольшим группам. Каждой группе поручается одно растение, удобное им для наблюдения по своему месторасположению, так как осматривать растение надо каждый день. Для наблюдения надо взять: липу, дуб, клен, ясень, тополь, березу, дикий виноград, ель, сосну, лиственницу и пр.; очень желательны также наблюдения за брусникой и черникой. Наблюдения должны вестись в форме дневника с ежедневной записью состояния растения.

I шк.  
НАБЛЮДЕНИЯ НАД КЛЕНАМ

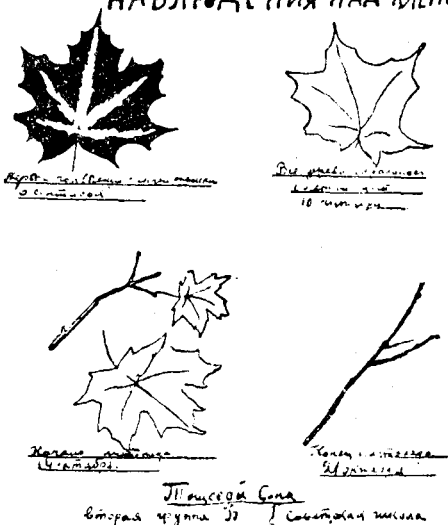


Рис. 1.

Наблюдения над листопадом у клена. (Работа детей Сов. школы Бауманского района г. Москвы).

Во время наблюдений должен быть собран и засушен материал, необходимый для коллекций, указанных в конце этой главы.

**ЗАДАЧА 2.**  
Наблюдения  
за погодой.

Параллельно с этим каждая группа должна вести и элементарные метеорологические наблюдения, обращая особое внимание на облачность, осадки, температуру воздуха, первое появление заморозков, направление и силу ветра.

Все эти наблюдения можно вести без всяких приборов.

Облачность неба определяют на глаз, соединяя мысленно наблюдаемые облака и определяя приблизительно часть неба, ими занимаемую.

Осадки отмечают только по качеству: дождь, снег, роса, иней.

Направление ветра определяют по направлению, по которому относится пригоршня подброшенной вверх пыли.

Силу ветра определяют по действию, производимому им на листья и ветви деревьев или на дым, выходящий из трубы (способы ведения наблюдений и записи их подробно указаны в тексте этой задачи во 2-й части).

Все эти наблюдения за погодой достаточно вести один раз в сутки по утрам (напр., в 9 ч. утра).

Если за растением производится наблюдение в другое время, и наблюдаются такие важные явления, как, напр., осыпание листвы, надо непременно отметить и состояние погоды в это время.

**ЗАДАЧА 3.**  
Наблюдения  
за растением,  
помещенным  
в искусствен-  
ных условиях  
(в комнате).

Особой группе детей следует поручить пересадить в деревянный ящик небольшое растение, известное как сбрасывающее листву (проросток клена, липы, кустик черники и т. п.), поместить его в комнате, в теплом и хорошо освещенном месте и вести за ним наблюдения, ежедневно отмечая температуру комнатного воздуха.

**Коллективная  
проработка  
наблюдений.  
Составление  
диаграмм по  
листопаду.**

По окончании листопада коллективно прорабатывают полученные результаты и вычерчивают для всех наблюдений сводную диаграмму следующего характера (рис. 2). На горизонтальной линии наносят ряд деле-

# НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЛИСТОПАДОМ


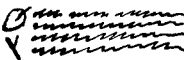
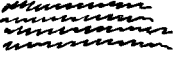



















							
20					У		20-3 ↑ 19-1 → 18-1 → 17-0 → 16+3 →
15							15 0 0 14 -1 ↑ 13 -1 ↓ 12 -2 ↓ 11 -3 ↓
10					У		10-1 + 9 -4 У 8 -3 ↓ 7 -5 → 6 -4 ↑
5	ИБР.			У			5+4 → 4+10 → 3+5 ↑ 2+5 ↓ 1+5 ↑
30		У	У				30+5 → 29+5 → 28+4 ↓ 27+5 ↓ 26+3 →
25							25+3 → 24+4 → 23+2 ↓ 22+3 ↓ 21+2 ↓
20	У						20+5 → 19+6 → 18+5 → 17+6 → 16+8 0
15							15+4 ↑ 14+4 ↑ 13+3 ↑ 12+4 → 11+3 →
10							10+5 → 9+3 → 8+10 ↓ 7+3 ↓ 6+6 ↓
5	ОКТ.						5+8 → 4+9 → 3+10 ↓ 2+10 ↓ 1+16 ↑
30							30+16 → 29+14 → 28+15 → 27+16 ↓ 26+10 ↓
25							25+16 ↓ 24+10 → 23+15 → 22+15 ↓ 21+10 ↑
20	СЕН.						20+13 ↑ 19+12 ↑ 18+13 → 17+13 → 16+15 →
		13 сентября	16 сентября	17 сентября	19 сентября	20 сентября	15 сентября
		КЛЕН	ТОПОЛЬ	ОСИНА	БЕРЕЗА	ЛИПА	ДУБ

Рис. 2.

Сводка наблюдений над листопадом. Составлена на основании наблюдений детей 1-й Советской школы Бауманского района, проведенных под руководством преподавателей С. Пац и Добролюбовой. (Объяснение в тексте).

ний и подписывают под ними названия растений, располагая их в порядке времени их полного листопада (полного обнажения ветвей). На вертикальной линии наносят деления, соответствующие дням всего периода наблюдений, беря по одному или по 5, как на приведенном рисунке.

Каждая группа детей на основании своих дневников сообщает для своих растений даты отмеченных ими четырех моментов: 1) первого появления осенней окраски листьев, 2) изменения окраски большинства листьев, 3) начала опадения листьев и 4) конца листопада. Каждую дату, обозначая особым значком, наносят на диаграмму над точкой данного растения и против соответствующей точки дня. Нужно иметь в виду, что, если наблюдения велись одновременно за несколькими одинаковыми растениями, даты наступления четырех указанных моментов для них получаются несколько различные вследствие влияния ряда частных условий. В этом случае надо брать среднее арифметическое всех наблюдений. Например, при школьных наблюдениях в текущем году были отмечены для первого появления осенней окраски у клена следующие даты: 6-е сентября, 8-е сент., 10-е сент. и 15-е сент. Среднее арифметическое этих чисел дает:  $\frac{6 + 8 + 10 + 15}{4} = 9\frac{3}{4}$ . Полученное число принимают за 10 и берут его за время первого появления осенней окраски у клена.

При этом первое появление осенней окраски у отдельных листьев обозначают маленьким рисунком листа, закрашивая часть его в зеленый и часть в желтый цвет; появление окраски у большинства листьев обозначают таким же рисунком листа, но окрашивают его сплошь в желтый цвет; первое опадение листьев обозначают рисунком листа, направленным своим концом вниз, а конец листопада—

знаком  $\nabla$ , символизирующим ветку, совершенно освобожденную от листьев.

В стороне от вертикальной линии с обозначениями дней отмечают столбцом данные метеорологических наблюдений для этих дней: облачность, осадки, температуру дня, заморозки, силу и направление ветра. На приведенном рисунке метеорологическая запись сделана в крайнем столбце в правой части чертежа.

Полученная диаграмма наглядно иллюстрирует всю картину листопада и выявляет следующие особенности этого явления.

Осенняя окраска листьев у всех растений появляется задолго до наступления холодов, а опадение их обычно происходит значительно раньше первых заморозков. Отсюда легко делается вывод, что не мороз является причиной изменения окраски листьев и их осыпания. Опадение листьев не только начинается до наступления морозов, но, как часто бывает видно из диаграммы, происходит и при полном отсутствии ветра, лишь ускоряющего этот процесс. Наблюденные факты естественно приводят к предположению, что сбрасывание листьев является результатом процессов, происходящих внутри самого растения, а не вызывается насильно внешними причинами—морозом или ветром. Этот вывод подтверждается и наблюдением над растением, помещенным в комнате. Несмотря на достаточно высокую температуру окружающего воздуха и отсутствие ветра, оно сбрасывает свой покров так же, как и его собратья на вольном просторе.

Разобранные выше работы знакомят наблюдателя также с группой таких растений, как ель, сосна,

Выводы из наблюдений.

кедр и пихта, сохраняющих свой зеленый покров в течение круглого года и получивших отсюда название вечнозеленых растений (рис. 3). Ближайшее рассмотрение этой группы растений открывает новую интересную особенность: некоторые родственные растения встречают зиму совершенно различно.

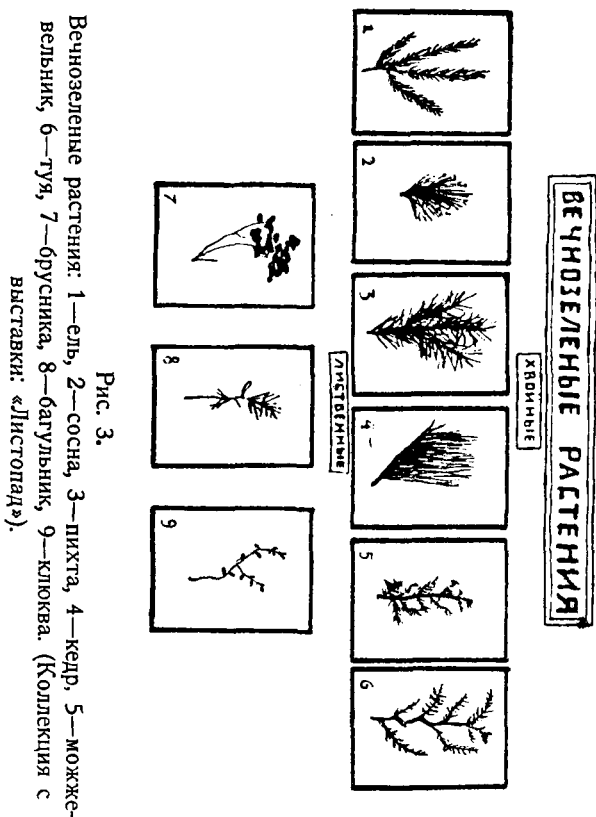


Рис. 3.

Вечнозеленые растения: 1—ель, 2—сосна, 3—пихта, 4—кедр, 5—можжевельник, 6—туя, 7—брусника, 8—багульник, 9—клюква. (Коллекция с выставки: «Листопад»).

Лиственница, напр., в противоположность прочим хвойным деревьям, сбрасывает к наступлению зимы свои хвои. Брусника же сохраняет листья и зимою в противоположность родственной ей чернике, встре-

чающей зимнюю непогоду обнаженной (рис. 4). Кроме растений выше упомянутых, к вечнозеленым относятся еще: можжевельник, вереск, багульник и клюква, растущие по болотам, и другие.

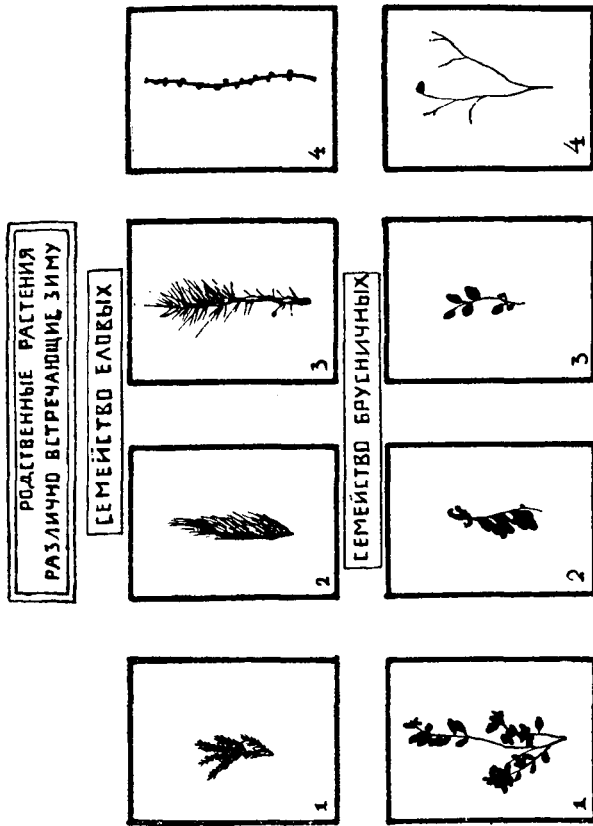


Рис. 4.

Родственные растения, различно встречающие зиму. Наверху: 1—ель, 2—лиственница летом, 3—лиственница осенью, 4—лиственница зимой. Внизу: 1—брусника летом, 2—брусника зимой, 3—черника летом, 4—черника зимой. (Коллекция с выставки: «Листопад»).

Вся указанная проработка материала этого отдела должна быть зафиксирована в процессе работы рядом коллекций следующего характера:

1. Для каждого растения, сбрасывающего листья, должна быть составлена коллекция, показывающая изменения, происходящие с ним в осенний период (рис. 1).

**ЗАДАЧА 4.**  
Составление тематических коллекций.

Коллекция эта должна состоять:

1. Из веточки с зелеными листьями, среди которых имеются 1—2 с осенней окраской (первое появление осенней окраски).

2. Из веточки с листьями, сплошь окрашенными в осенние цвета (все листья растения изменили окраску).

3. Из веточки, сохранившей только несколько листьев (начало листопада).

4. Из голой веточки (конец листопада).

Под каждым экземпляром должна быть поставлена дата наступления соответствующей стадии.

II. Для всех растений, сбрасывающих листву, должна быть также составлена и общая коллекция, состоящая из обнаженной веточки каждого растения и опавшего листа под нею, с указанием времени конца листопада (полного обнажения ветвей).

Растения эти следует располагать в порядке наступления их листопада.

Внизу под каждым растением должна быть отмечена наименьшая температура, бывшая до дня полного листопада данного растения.

III. Должна быть составлена коллекция веточек вечнозеленых растений (рис. 3).

IV. Коллекция родственных растений, различно встречающих зиму (ель и лиственница, брусника и черника) (рис. 4).

Разобранный материал при некоторых изменениях, сокращениях и упрощениях, зависящих от частных условий, вполне доступен для проработки уже в младших группах 1-й ступени и без особого труда приводит детей исследовательским путем к представлению о листопаде, как о явлении, связанном с жизнедеятельностью самого растения и являющемся формой его подготовки к зимнему состоянию.



Являясь характерным для подавляющего большинства наших лиственных растений, листопад охватывает их стихийно и почти одновременно. На Украине это явление характеризует определенный месяц—ноябрь и получивший отсюда на украинском языке название листопада («лістопад»—ноябрь).

В заключение этого отдела внимание наблюдателя должно быть обращено на то, что листопад происходит и у вечнозеленных деревьев, но совершается у них не сразу, а постепенно, и поэтому не бросается в глаза.

О листопаде хвойных деревьев, однако, легко судить по слою хвои, густо покрывающему почву в хвойном лесу.

## Глава II.

### **Значение листопада для растения.**

Выяснить значение листопада и значение той поспешности, с какой растения сбрасывают свой лиственный покров еще задолго до наступления первых морозов, возможно только в старшей группе I-й ступени или во второй ступени, когда дети уже имеют некоторый запас знаний о работе листа и, особенно, о его испаряющей деятельности.

Для проработки этого отдела необходимо знать, что листья испаряют воду, и что, если убыль воды через листья превышает приток ее через корни, растению грозит гибель от высыхания.

В связи с этим ставится для решения вопрос: продолжается ли испарение воды листьями и зимою, или оно при низкой температуре прекращается?

Для решения его прежде всего должно быть выяснено, продолжается ли при морозе испарение воды со свободной ее поверхности.

Уже наблюдения повседневной жизни заставляют признать, что испарение воды (льда) зимою происходит не хуже, чем летом. Сушка белья зимою производится, как и летом, на открытом воздухе; зимою исчезают, испаряясь, мелкие лужицы, и исчезают иней и изморозь, испаряясь так же, как испаряется летом роса.

Для проверки этого заключения с наступлением морозов ставится следующий опыт.

**ЗАДАЧА 5.**  
Испарение  
воды при  
морозе.

В блюдце наливается тонкий слой воды и выставляется в мороз при безоблачной погоде на открытом месте. Через некоторое время в блюдце воды уже не оказывается: она вся испарилась. Опыт можно проделать также с листом мокрой бумаги или с куском мокрой материи. Если произвести взвешивание до и после опыта, можно определить и количество испарившейся воды.

Испарение воды при низкой температуре происходит от того, что испарение ее зависит от сухости воздуха. Сухой воздух, как горячий, так и холодный, впитывает в себя влагу, подобно сухой губке. Для того, чтобы происходило испарение воды, и должно иметься это главное условие: достаточная сухость окружающего воздуха. Очень важную роль при этом играет ветер. Унося в сторону поднимающиеся пары, он приносит все новые количества сухого воздуха и этим ускоряет процесс испарения. Хотя зимою при низкой температуре воздух может впитывать в себя влаги гораздо меньше, чем летом, но при указанных условиях, т. е. при наличии ясной, сухой погоды и ветра, испарение воды и зимою происходит достаточно интенсивно.

Листья растений при наступлении зимы также подвергаются высушивающему действию морозного воздуха.

Обычно убыль воды в растении, происходящая вследствие испарения через листья, пополняется новым количеством ее, поступающим через корни из почвы.

При задержке этого поступления воды через корни, если не прекращается испаряющая деятельность листьев, наступает высыхание растения, приводящее его к гибели.

Задержка поступления воды в корни и даже полное прекращение его могут происходить при следующих противоположных условиях: при высокой температуре—вследствие высыхания почвы, и при низкой—благодаря остановке всасывающей деятельности корней и замерзанию почвенной воды.

Влияние понижения температуры на деятельность корней легко может быть выяснено на следующем простом опыте (рис. 5): горшок с примулой, геранью или бегонией ставят в большой сосуд, напр., в другой большой горшок или банку. В сосуд насыпают снег или лед. Все ставят в теплом помещении на свету. Через несколько часов листья растения начинают завядать. Если вынуть горшок из снега, листья снова могут оправиться и сделаться упругими. Охлаждение почвы парализует деятельность корней и понижает подачу ими воды в листья; листья же продолжают ее испарять и, не получая новых количеств воды, вянут.

Еще быстрее наступает завядание листьев, если вместо снега взять охладительную смесь, напр., на одну весовую часть снега три части поваренной соли (получается температура в—16°).

В последнем случае происходит замерзание воды в почве, и подача ее в листья совершенно прекращается.

Детям должны быть известны различные приспособления растений к уменьшению испарения через

**ЗАДАЧА 6.**  
Выяснение влияния охлаждения корневой системы растения.

листья драгоценной для них влаги, особенно резко выраженные у тех видов их, какие обитают на сухих почвах и в засушливых местностях.

**Значение листопада.**

Приспособлением к предохранению себя от высыхания в течение зимнего периода и является осенний листопад.

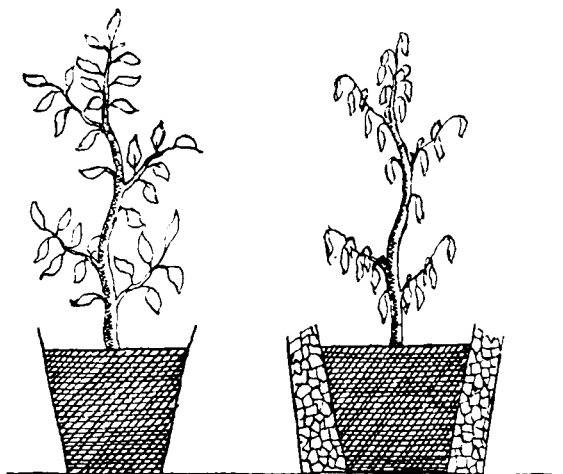


Рис. 5.

Влияние, оказываемое на растение охлаждением корневой системы. (Схематическое изображение опыта). Налево — комнатное растение в нормальных условиях. Направо — комнатное растение, помещенное в сосуд со льдом. (Объяснение опыта в тексте).

Выяснению теперь подлежит вопрос: почему вечнозеленые растения без вреда для себя в течение всей зимы сохраняют лиственный покров, тогда как все прочие растения его сбрасывают?

**ЗАДАЧА 7.**  
Определение  
величины  
испаряющей  
деятельности  
листьев.

Для решения этого вопроса летом или ранней осенью определяют величину испаряющей деятельности листьев листопадных и вечнозеленых растений. Опыт производят следующим путем: берут три оди-

наковых стакана; в один ставят ветку липы или березы, в другой—сосны или ели; третий стакан оставляют контрольным. Поверх воды наливают тонкий слой масла (рис. 6).

Все три стакана, два с ветками и один контрольный, взвешивают и затем выставляют на солнечное

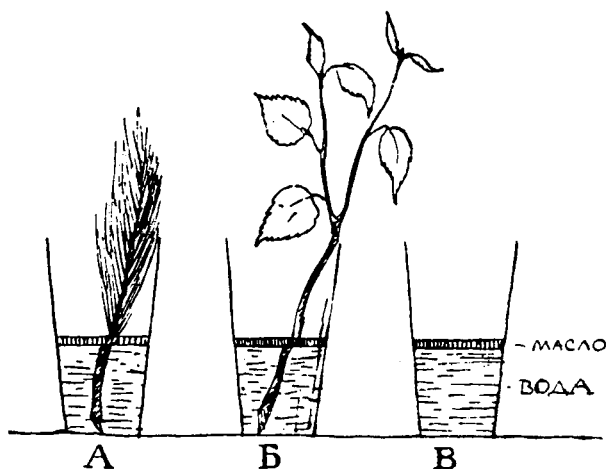


Рис. 6.

Схематическое изображение постановки опыта по определению величины испаряющей деятельности листьев. А—стакан с хвойным растением. Б—стакан с лиственным растением.

В—контрольный стакан. (Объяснение в тексте).

окно. Через сутки, или больше, стаканы снова взвешивают. Контрольный стакан не обнаруживает разницы в весе, стаканы же с ветками дают убыль в весе вследствие потери части воды, испарившейся через листья. Полученные числа (потеря в весе стаканов с ветками) дают количество воды, испарившейся через листья за время опыта.

Для сравнения полученных чисел их перечисляют на единицу веса сухого вещества листьев.

Для этого листья срывают, высушивают в теплом месте и взвешивают. Для каждого растения вес испарившейся воды делят на вес сухих листьев и находят количество воды, испаренной единицей веса сухих листьев данного растения. Таким образом убеждаются в том, что вечнозелеными растениями воды испаряется гораздо меньше, чем листопадными.

**Роль испаряющей деятельности листьев в явлении листопада.**

В этой разнице испаряющей деятельности листьев и заключается причина разного поведения растений в течение зимнего периода.

Листья растений, сбрасывающих листву, испаряют так много воды, что если бы они оставались на растении, они привели бы его за зимний период к полному высыханию.

Листья растений вечнозеленых испаряют воды сравнительно мало благодаря своей величине и особенностям строения и, оставаясь на растении всю зиму, не приносят ему вреда.

В процессе эволюции под влиянием условий существования в растениях с большой испаряющей деятельностью листьев и выработалась передающаяся по наследству способность сбрасывать заблаговременно свой лиственный покров и этим предохранять себя от опасности высыхания в зимний период.

Сбрасывание листвы имеет для растения еще и другое значение: оставаясь на дереве, широкие листья задерживали бы снег и вызывали бы значительное повреждение ветвей. Хотя игольчатые хвои задерживают снега гораздо меньше, чем широкие листья, но и то всегда можно наблюдать, как ветви ели или сосныгибаются под тяжестью навалившихся на них снежных сугробов.

**Листопад в южных странах.**

Подтверждением заключения, что листопад является формой защиты растения от высыхания в тече-

ние зимнего периода, служит явление листопада в жарких странах, где он происходит перед наступлением периода жары.

Жара и мороз одинаково грозят высушить растение и заставляют его поэтому защищаться от их вредного действия одинаковым способом: заблаговременным сбрасыванием испаряющего органа—лиственного покрова.

**Влияние, оказываемое на растение жарой и морозом.**

Являясь результатом жизнедеятельности растительного организма и формой приспособления его к наступающим тяжелым условиям жизни, листопад мало зависит от мороза и ветра, как таковых. Листья с растения не срываются ими насильно, но сбрасываются самим растением.

В этом можно убедиться следующим образом.

Срывают ветку с совершенно свежим зеленым листом и, укрепив неподвижно, накидывают на листовую черешок петлю от шнура с прикрепленной к нему картонной коробочкой (очень удобна коробочка от пудры и т. п.); шнур можно прикреплять и прямо к листовой пластинке при помощи двух пробок, как показано на рис 7.

**ЗАДАЧА 8.**  
Определение силы прикрепления к ветке осенних листьев.

Когда все установлено, в коробочку кладут груз (разновески, дробь), пока лист не обрывается.

Таким же путем испытывают лист начавший желтеть и совершенно желтый. Лист, начавший желтеть, отрывается при меньшем грузе, чем зеленый; совершенно же пожелтевший отпадает уже при легком к нему прикосновении.

При исследовании, произведенном в Д/д. «Ручеек» Бауманского района, зеленый лист липы оборвался при грузе в  $2\frac{3}{4}$  ф., а лист, пожелтевший в большей своей части,—при грузе в  $\frac{1}{2}$  ф.

Такая разница происходит от того, что в месте прикрепления к стеблю листового черешка осенью откладывается особый рыхлый разделительный слой, состоящий из слабо склеенных клеток. Когда заканчивается образование этого разделительного слоя,

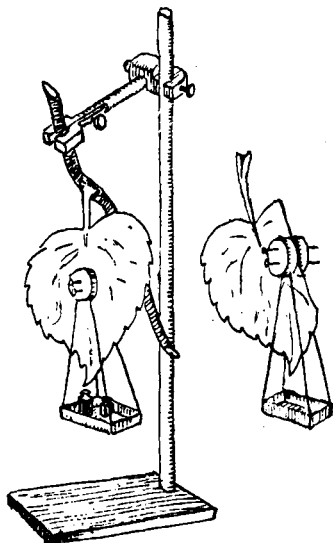


Рис. 7.

Схематическое изображение способа определения силы прикрепления листа к ветке. Направо изображено расположение пробок, прикрепляющих к листу коробочку для груза. (Объяснение опыта в тексте).

достаточно бывает одной тяжести листа или слабого ветерка, чтобы лист оторвался от дерева.

На месте прикрепления листа остается, так называемый, листовой след, представляющий из себя светлый участок, по форме соответствующий поперечному сечению черешка листа.



Сбрасывая листву, растение освобождает себя от испаряющей поверхности. Остающиеся же на зиму ствол и ветви защищены от испарения надежным покровом—пробковой тканью, образующейся и в месте отрыва листа при листопаде. Этой-то новообразовавшейся пробковой ткани листовой след и обязан своим цветом.

В защитной роли пробковой ткани убеждаются следующим образом.

На чашках весов уравнивают дробью очищенную от кожуры картофелину (яблоко) и оставляют в покое в защищенном от пыли месте. Через каждые сутки приводят весы в равновесие, добавляя груза на чашку с картофелиной, так как вследствие высыхания вес картофелины уменьшается. Убыль в весе записывается. Постепенно эта убыль становится все меньше и меньше и, наконец, совершенно прекращается. Вес картофелины далее сохраняется без изменения.

Если рассмотреть ее поверхность, то оказывается, что она покрылась слоем вновь образовавшейся кожицы, представляющей из себя пробковый слой, подобный коре деревьев и препятствующий дальнейшему высыханию.

В листовом следу уже простым глазом можно видит бугорки, представляющие из себя закрытые пробковой тканью проводящие сосуды стебля, переходившие в лист (в жилки листа). Контуры листовых следов, число и расположение сосудистых бугорков различны у разных видов растений и принимаются во внимание при определении растений (рис. 8). Детям следует предложить рассмотреть и зарисовать листовые следы наиболее известных деревьев.

В сложных листьях (у каштана, желтой акации и др.) отделительный слой образуется у основания, как главного черешка, так и всех вторичных. По-

**ЗАДАЧА 9.**  
Значение пробковой ткани (кожицы).

**ЗАДАЧА 10.**  
Форма и вид листовых следов.

**ЗАДАЧА 11.**  
Особенность листопада у сложных листьев.

этому при листопаде эти листья распадаются на части в противоположность листьям простым, отпадающим целиком (лист малины и др.) (рис. 9), что легко можно

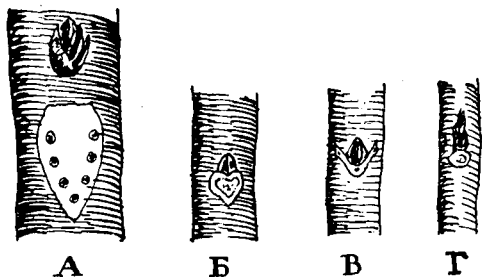
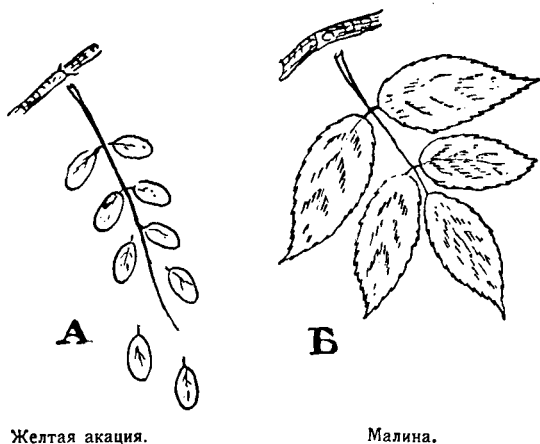


Рис. 8.

Форма листовых следов: А — конский каштан. Б—ясень.  
В—клен. Г—тополь.



Желтая акация.

Малина.

Рис. 9.

Листопад листьев сложных (А) и простых (Б). (Объяснение в тексте).

наблюдать во время экскурсий. Из разнообразных задач 8, 9, 10 и 11 доступны для проработки и в первой ступени.

8-я задача служит для выяснения механизма листопада.

9-я — для выяснения значения пробкового слоя.

10-я и 11-я—для ознакомления с особенностями листопада.

### Г л а в а III.

## Подготовка растений к листопаду.

### Изменение окраски листьев.

Если осыпание листьев происходит обыкновенно до начала первых морозов, то подготовка к листопаду начинается у растений еще раньше.

Эта подготовка выражается в исчезновении зеленой окраски листьев и в появлении взамен ее разнообразнейших тонов желтого и красного цвета.

Для выяснения того, что происходит в листьях в этот период их жизни, их подвергают исследованию на крахмал при помощи раствора иода, вызывающего в крахмале синее окрашивание. Листья исследуют как совершенно свежие зеленые, так и начавшие терять свой первоначальный цвет, и совершенно пожелтевшие, и опавшие с дерева.

В зеленых свежих листьях иод вызывает интенсивное посинение (почернение), указывая этим на присутствие в них больших количеств крахмала. В желтеющих листьях иод иногда тоже дает местами посинение, хотя и слабое, а в совершенно желтых и опавших—не вызывает никакого изменения, указывая этим на полное отсутствие в них крахмала, столь обильного в зеленых листьях.

Наблюдается это потому, что еще задолго до листопада образование крахмала в листьях (из углекислоты атмосферы) прекращается, и оставшиеся его количества превращаются в сахар. Значительные коли-

**ЗАДАЧА 12.**  
Исследование  
осенних  
листьев на  
крахмал.

чества сахара, по последним данным, долго сохраняются в листьях (см. ниже о появлении красного пигмента осенью).

**ЗАДАЧА**  
13 и 14.

**Открытие**  
**крахмала,**  
**отложенного**  
**в зимние за-**  
**пасы.**

Зато осенью легко доказать присутствие крахмала в зимующих органах растений. Крахмал в них откладывается в течение всего лета в качестве запасного питательного вещества, образуясь из сахара, поступающего сюда из листьев.

Огородные растения, употребляемые в пищу, и служат для еды теми своими частями, какие являются местом отложения пищевых веществ. Вещества эти откладываются в виде крахмала (картофель, семена гороха, бобов и пр.), сахара (свекла, лук) или белка (капуста, также семена и пр.).

Морковь, редька, репа, петрушка и многие другие растения откладывают запасы в утолщенных стержневых корнях; первоцвет, манжетка и другие откладывают их в подземных стеблях-корневищах; картофель—в клубнях стеблевого происхождения; чистяк и другие—в корневых клубнях; луковичные растения—в видоизмененных листьях-чешуях; деревья же откладывают свои запасы в коре и древесине веток, стволов и корней. Кроме того, все растения откладывают запасы (в виде крахмала, белка, масла) в семенах.

Для исследования на крахмал особенно пригодны ветки липы, семена и корни корнеплодов, клубни картофеля и пр. (рис. 10).

Изменение окраски листьев осенью происходит вследствие разрушения зеленого красящего вещества, пигмента листьев—хлорофилла (хлорофилл, с греческого, значит листовозелень).

**ЗАДАЧА** 15.  
**Извлечение**  
**из листьев**  
**хлорофилла.**

Хлорофилл легко выделяется из листьев спиртом. По своим свойствам он представляет вещество с любопытной двойной окраской: в проходящем свете он зеленый, в падающем — темно-красный (явление это

называется флюоресценцией; оно наблюдается также у некоторых других веществ, напр., керосина; последний в проходящем свете желтоватый, в падающем—голубой).

Легко можно убедиться в том, что хлорофилл в действительности есть сложное красящее вещество и состоит по крайней мере из двух пигментов: одного—зеленого и другого—желтого. Для их разделения

**ЗАДАЧА 16.**  
Выделение  
желтых  
пигментов.

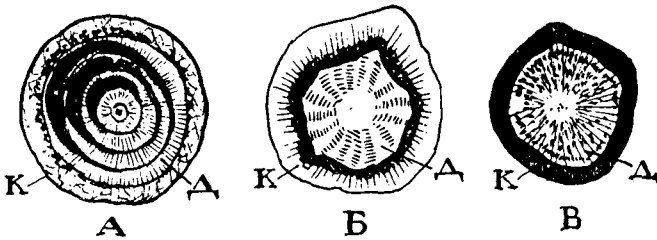


Рис. 10.

А—срез ветки липы, обработанной иодом (зачернены места, потемневшие благодаря присутствию крахмала).

Б—срез моркови } обработка та же.  
В—срез петрушки }

К—кора; Д—древесина.

спиртовую вытяжку из листьев взбалтывают с бензином. В бензин, всплывающий наверх, переходит тогда зеленый пигмент, а в спирту остается желтый (рис. 11); (в настоящее время установлено, что в хлорофилле находится несколько красящих веществ, из них хорошо изучены два зеленых: собственно хлорофиллы и два желтых—ксантофилл и каротин).

Оба пигмента—зеленый и желтый—очень чувствительны к свету. Если спиртовую и бензиновую вытяжки выставить на солнце, то очень скоро обе жидкости делаются бурыми (такое же побурение хлорофилла получается и при действии кислот. По этой причине у листьев богатых кислотой—щавеля, кислицы и др.—нельзя получить спиртовой зеленой

**ЗАДАЧА 17.**  
Влияние света  
на пигменты.

настоянки; благодаря присутствию кислоты раствор получается бурый).

Желтая окраска листьев, столь характерная для осеннего сезона, происходит от разрушения хлорофилла ярким светом и от превращения его в особые, желтые, осенние пигменты. (Ксантофилл и каротин по новейшим исследованиям разрушаются еще раньше

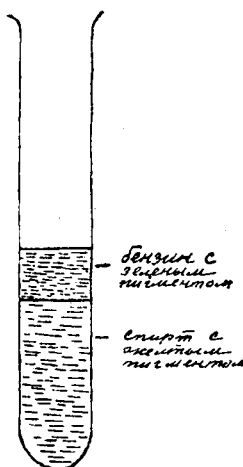


Рис. 11.

Разделение пигментов листа (объяснение в тексте).

хлорофилла и тоже переходят в желтые пигменты, хотя и близкие к ним по свойствам, но представляющие из себя совершенно новые вещества. Поэтому считать, что осенняя окраска листьев обязана ксантофиллу и каротину, выступающим после разрушения хлорофилла, не следует, хотя этот взгляд проводится в большинстве наших ботанических учебников и в популярных руководствах).

**ЗАДАЧА 18.**  
Влияние затенения на желтеющий лист.

В том, что свет действительно играет такую важную роль при осеннем пожелтении листьев, убеждаются интересным опытом—затенением зеле-

ного листа двумя пробками, проколотыми булавкой (рис. 12). Лист оставляют на растении и, когда он весь пожелтеет, освобождают от пробок. На желтом его фоне тогда получается зеленое пятно, сохранившееся благодаря затемнению.

Это же часто наблюдается и в природе при затенении листьями друг друга (рис. 13).

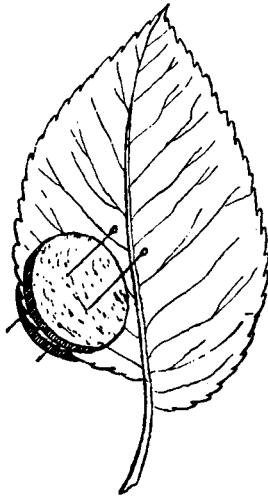


Рис. 12.

Сохранение хлорофилла осенью при затемнении листа. Опыт с вязом. Часть листа между пробками остается зеленой, остальные части желтеют.

Образовавшиеся желтые осенние пигменты листьев остаются в них довольно долгое время, окрашивая их в различные тона желтого цвета. Через некоторое время, однако, разрушаются и они, и листья принимают бурю окраску.

Разрушение желтых пигментов также происходит под влиянием света, и путем затенения части листа можно на темном фоне получить желтые фигуры, как и в опыте с зеленым листом.

**ЗАДАЧА 19.**  
Влияние затенения на буреющий лист.

Осеннее побурение, появляющееся после желтой окраски, всегда означает отмирание листьев.

**Причина образования бурой окраски.**

Бурая осенняя окраска происходит всегда только после отмирания листьев благодаря действию на хлорофилл и осенние пигменты кислого клеточного сока.

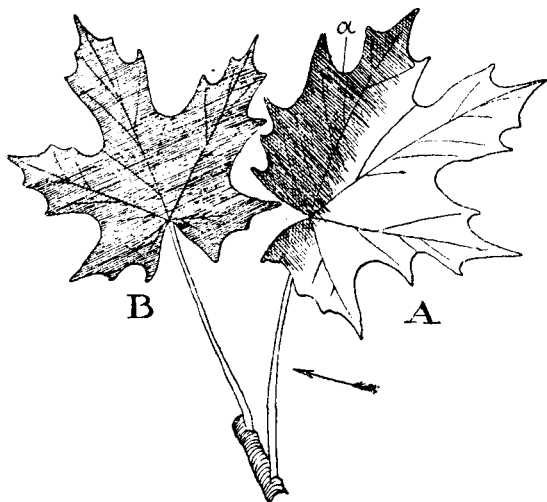


Рис. 13.

Сохранение зеленой окраски при затенении одного листа другим. Часть листа А (а), закрытая листом В (и листьями расположенными выше) сохранила зеленую окраску, остальные части листа пожелтели. На рисунке, для ясности, лист А сдвинут вправо.

В живых листьях хлорофилл, а также желтые осенние пигменты заключены в так называемые хлорофилловые зерна и защищены живой протоплазмой. При отмирании протоплазмы на пигменты начинают действовать кислые соки и тотчас же вызывают их побурение.

**ЗАДАЧА 20.**  
Сохранение зеленой окраски у осенних листьев и причины этого.

В некоторых случаях зеленая окраска у листьев сохраняется и осенью. Так, очень часто можно наблюдать отдельные зеленые пятна на желтых листьях. Это бывает при повреждении их различными паразитами, при случайных переломах и т. п. случаях.



Из всех таких листьев детьми должна быть составлена особая коллекция.

Что это сохранение зеленой окраски связано с повреждением листа, легко можно убедиться на простом опыте. Недели за две до первого появления осенней окраски надрезают одну или две соседние крупные жилки. При пожелтении часть листа выше надреза остается зеленой (рис. 14).

**ЗАДАЧА 21.**  
Искусственное сохранение зеленой окраски путем повреждения листа.

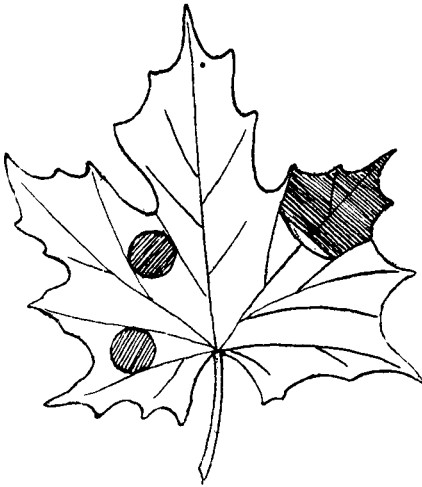


Рис. 14.

Сохранение хлорофилла у осенних листьев при надрезе жилок и выдавливании фигур. Опыт с кленом.

Для объяснения этого явления в науке в настоящее время существуют два предположения.

По одному взгляду, при повреждении жилок листа прекращается отток питательных веществ из частей листа выше поврежденного места, почему происходит сохранение хлорофилла.

Действительно, в зеленых участках листьев находили больше питательных веществ, чем в желтых.

Два взгляда на причину этого явления.

По другому взгляду, сохранение зеленой окраски объясняется недостаточным проведением воды в части листа выше места повреждения, благодаря чему и происходит высыхание тканей, и хлорофилл в этом случае сохраняется так же, как и при искусственном высушивании листьев.

**ЗАДАЧА 22.**  
Различные случаи окраски у опавших осенних листьев.

Рассматривая опавшие листья, очень часто можно найти различные случаи разрушения их пигментов.

Часто встречаются желтые листья с зелеными участками, сохранившимися благодаря разрыву жилок, повреждению насекомыми и паразитными грибами, или вследствие затенения.

По тем же причинам встречаются листья с желтыми участками на буром фоне.

Наконец, находятся листья, в которых процесс разрушения пигментов, по тем или иным причинам, не пошел до конца, и они опали в промежуточных стадиях.

У некоторых растений окраска листьев и совсем не изменяется, и их листья или засыхают зелеными, или буреют (сирень, жасмин и др.).

Листья со всеми указанными особенностями также должны быть собраны детьми для составления соответствующих коллекций.

При сборе опавших листьев дети должны стараться находить причины, вызвавшие наблюдающиеся особенности в окраске листа.

Два случая появления осенней окраски.

Постепенное изменение окраски листа и замена одного цвета другим может происходить в двух противоположных направлениях.

1. Между жилками.

В одних случаях зеленая и сменяющая ее желтая окраски дольше всего сохраняются вдоль жилок, и новые тона прежде всего появляются между ними (рис. 15).

В других случаях новые цвета как-раз<sup>2. По жилкам.</sup> появляются по жилкам, а зеленый и желтый дольше всего удерживаются между жилками (рис. 15,2).

Листья, опавшие в этих промежуточных стадиях, особенно бывают красивы благодаря своеобразному расположению и сочетанию цветов.

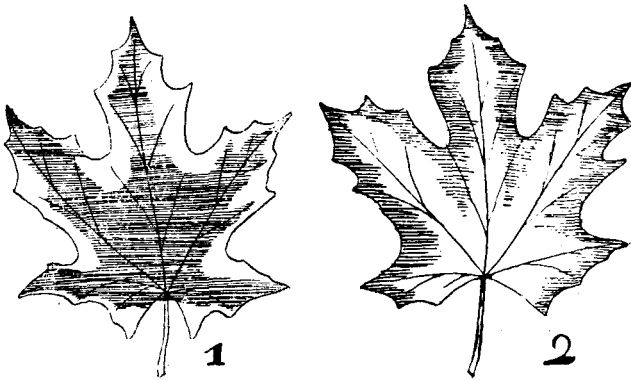


Рис. 15.

Порядок осеннего пожелтения листьев: 1—пожелтение с краев листа; 2—пожелтение по жилкам.

Из таких листьев также должны быть составлены особые коллекции с подбором листьев, изменяющихся в указанных двух направлениях. Общий вид таких коллекций представлен на фотографическом снимке (рис. 16) центральной части выставки «Листопад».

Второй случай изменения окраски листьев может быть получен и искусственно, если сорванный лист опустить черешком в спирт (рис. 17). В него тогда переходят пигменты из участков листа, расположенных вдоль жилок, и на зеленом фоне получается желтая узорчатость по жилкам.

Быстрота изменения окраски листьев на растении зависит от ряда причин. Из них легче всего могут быть отмечены две:

**ЗАДАЧА 23.**  
Искусственное получение 2-го случая появления осенней окраски.

**ЗАДАЧА 24.**  
Быстрота изменения окраски листьев.

свет и возраст листьев. У растений, растущих тесными группами, в первую очередь желтеют верхушечные листья, как более подверженные действию солнца. У растений же, растущих на свободе и освещенных равномерно, сначала желтеют листья нижние,

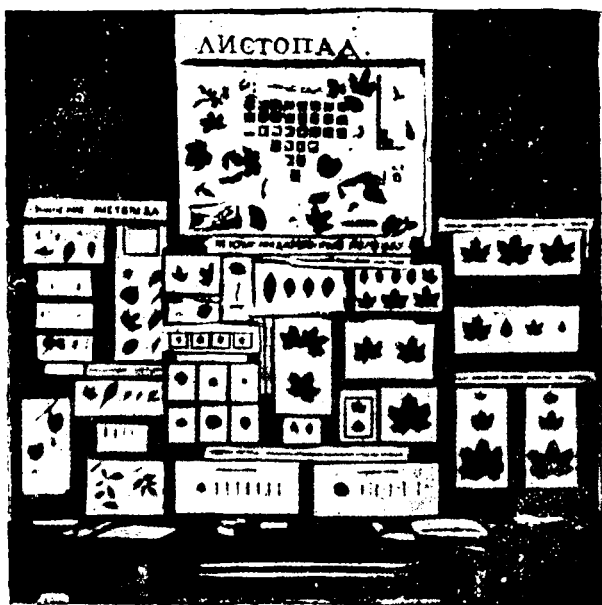


Рис. 16.

Центральная часть выставки «Листопад».

как более старые, Равномерность освещения дает возможность проявиться второму фактору—возрасту листьев, подавляемому при освещении неравномерном.

Второй случай, более раннее пожелтение листьев на нижних ветвях, можно наблюдать на московских улицах и бульварах, благодаря редкому расположению на них деревьев и происходящему отсюда равномерному их освещению.

Кроме желтой окраски, у многих растений осенью наблюдается еще и красная окраска листьев, варьирующая от светло-красных до темно-фиолетовых тонов.

**Красная окраска листьев.**

Окраска эта вызывается особым пигментом — антоцианом, легко переходящим в воду при кипячении листьев. При этом часто красные листья после кипячения становятся зелеными, наглядно показывая, что хлорофилл в них еще не разрушился, а лишь замаскировался красным пигментом.

**ЗАДАЧА 25.**  
Извлечение из листьев антоциана.

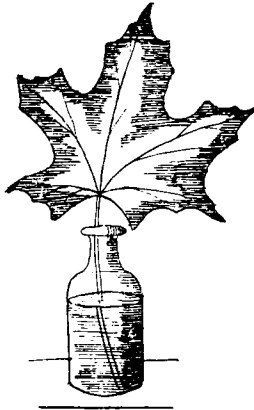


Рис. 17.

Искусственная осенняя окраска листьев. Лист клена, погруженный на 2 суток в спирт, получил желто-бурую окраску по жилкам.

Различные тона красной окраски зависят от присутствия в листе кислых и щелочных веществ, в чем убеждаются на следующем опыте. К раствору антоциана, полученному кипячением в воде красных листьев, прибавляют по каплям слабый раствор кислоты и наблюдают образование ярко-красной окраски. Затем, вместо кислоты, прибавляют по каплям слабый раствор соды или

**Искусственное получение разных тонов антоциана.**

аммиака и наблюдают переход красной окраски сначала в фиолетовую, а затем, при избытке щелочи,— в зеленую.

**ЗАДАЧА 26.**  
Различные тона красной окраски у осенних листьев.

Из листьев, окрашенных антоцианом, детьми должна быть составлена коллекция в порядке постепенного изменения тонов, с объяснением причин этого изменения.

**ЗАДАЧИ**  
27 и 28.

Влияние света на образование красной окраски.

Образование антоциана в листьях происходит только на свету.

Благодаря этому часто можно наблюдать красные листья с зеленым участком, сохранившимся неизменным вследствие затенения.

Искусственная задержка образования красной окраски.

Посредством затенения зеленая окраска может быть сохранена на листе и искусственно, подобно тому, как это делалось при получении зеленых фигур на желтеющем листе и желтых—на буром.

Причины образования антоциана.

Относительно причин образования антоциана в осенних листьях в настоящее время существует ряд предположений.

Несомненно, что свет и низкая температура являются одним из условий для появления пигмента. Подтверждается это тем, что красная окраска распространена у растений в горных местностях, на открытых местах, а также появляется у многих растений весной. Бывает это также и в тех случаях, когда сильное дневное освещение сопровождается понижением температуры (напр., весной в течение ночи).

**ЗАДАЧА 29.**  
Особенности разных растений по отношению к образованию красной окраски.

Кроме того, несомненно, что в появлении антоциана играют роль и чисто внутренние факторы, зависящие от самого растения. Так, одни растения в красный цвет окрашиваются только осенью или весной, другие сохраняют его все время, а у третьих красная окраска никогда не появляется.

Условия образования антоциана.

Изучение состава самого пигмента показало, что для его образования необходимо присутствие в листьях углеводов (сахара) и некоторых других

веществ, и что сам пигмент появляется в результате окислительных процессов в растении (по новейшим данным, окислительные процессы при этом могут чередоваться с восстановительными).

Что для образования антоциана необходимо накопление органических питательных веществ, доказывают следующие наблюдения.

Красная окраска у многих наших растений появляется весной при распускании листьев, когда последние особенно богаты углеводами, поступающими из зимних запасов стеблей и корней.

Затем эта окраска очень часто появляется у листьев при повреждениях их различными паразитами, насекомыми и грибами и при механических повреждениях, влекущих задержку в листе органических веществ.

У многих растений можно и искусственно вызывать красную окраску осенью или даже среди лета, надрезая жилки и выдавливая фигуры, как и при сохранении зеленой окраски у желтеющих листьев (рис. 18). Под влиянием надреза питательные органи-

**ЗАДАЧА 30.**  
Влияние повреждений листа на появление красной окраски.

**ЗАДАЧА 31.**  
Искусственное вызывание красной окраски листа.

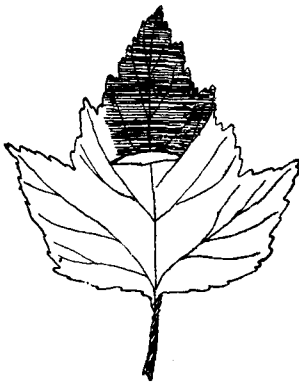


Рис. 18.

Образование антоциана при надрезе листа смородины. Часть листа выше надреза получила красную окраску.

ческие вещества задерживаются в листьях и служат материалом для образования пигмента. Прямые количественные определения показали, что в покрасневших листьях всегда больше углеводов (сахара), чем в зеленых.

Еще более демонстративным является следующий опыт.

Если у ветки древесного растения надрезать или снять кольцом кору, то очень часто листья, расположенные выше надреза (кольца), через некоторое время окрашиваются в красный цвет, при чем особенно интенсивное окрашивание наблюдается у листьев ближайших к надрезу; все же нижние листья остаются попрежнему зелеными (рис. 19).

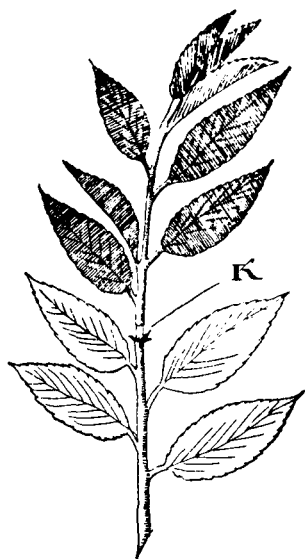


Рис. 19.

Образование антоциана при кольцевании веток. Опыт со спиреей садовой. Листья, расположенные на ветке выше снятой коры (к), покраснели.



С надрезом коры прекращается отток органических веществ, вырабатываемых листьями, вода же и минеральные элементы в данном случае продолжают поступать в листья по древесине, не затронутой надрезом.

Накопление органических веществ (сахара) в листьях может происходить и от других внешних факторов, помимо механических повреждений. Так, низкая температура, по некоторым данным, содействует задержке органических веществ в листьях и переводит крахмал в сахар (последним, напр., объясняется сладкий вкус мороженого картофеля). Превращением крахмала в сахар при низкой температуре и образованием пигмента объясняются и обычные покраснения листьев зимою у вечно-зеленых растений).

В образовании антоциана, как показывают наблюдения, несомненную роль играют неблагоприятные условия питания. Замечено, напр., что покраснение растений иногда происходит от излишней сухости (так, напр., в тропических странах красное окрашивание появляется в сухой период, перед опадением листьев), от недостатка некоторых питательных веществ в почве и т. п. Очень часто, особенно у травянистых растений, красная окраска появляется еще при наступающем отмирании листьев.

Итак, причинами, вызывающими красную окраску осенью, нужно считать: понижение температуры (при котором органические питательные вещества задерживаются в листьях), сильное освещение, наступающее отмирание листьев, а также внутренние условия (наличие определенных веществ и др.), обуславливающие образование пигмента.

Так как внешние факторы (свет, температура и проч.) в разные годы могут быть различны, то и

осенняя окраска поэтому по отдельным годам у одних и тех же растений может быть неодинаковой. Известны случаи, когда красная окраска, благодаря особым метеорологическим условиям осени, даже совсем отсутствовала у растений, обыкновенно окрашивающихся осенью в красный цвет (каштан, платан и др.). Поэтому одновременное массовое школьное наблюдение за осенней окраской и погодой и их сопоставление могут представить и научный интерес.

Что касается до физиологической роли антоциана и той пользы, какую он приносит окрашенным растениям, то на этот счет в науке до сих пор нет прочно обоснованных данных, и взгляды разных авторов сильно расходятся. Теории Кернера, Штала и многих других, указывающие на защитную роль антоциана, якобы сохраняющего хлорофилл и питательные вещества листьев от излишнего освещения, или указывающие на поглощение им световых лучей и перевод их в тепло и т. п., столь излюбленные в популярных учебных руководствах по ботанике, являются или несостоятельными, или спорными, имеющими столько же фактов за себя, сколько и против.

Разобранный материал, проработанный с той или иной полнотой, но непременно исследовательским путем на наблюдениях и опытах, приподымает перед взорами наблюдателя завесу над явлением листопада и возбуждает интерес к тому, мимо чего он раньше проходил без внимания. На осеннем листе он теперь прочтет целую повесть о борьбе растения за существование, и опавший с дерева невзрачный на вид листик легко поведаст ему о той сложной подготовке к встрече опасного зимнего периода, какую растению приходится начинать еще задолго до наступления злой непогоды.

---

ЧАСТЬ II

**Задачи для исследовательской  
работы детей**

## Г л а в а 1.

### Является ли мороз причиной листопада?

#### Задача 1.

#### НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ЛИСТОПАДОМ У ОТДЕЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ.

1. Выбрать растение, находящееся вблизи и удобное для ежедневного наблюдения.

2. Не реже 2-х раз в день осматривать его лиственный покров и отмечать в дневнике следующие моменты в состоянии листьев:

1. Когда впервые появилась осенняя окраска, хотя бы местами и на некоторых листьях (сорвать 3 таких листа и засушить).

2. Когда все листья растения (большинство их) изменили свою зеленую окраску (сорвать 3 полностью изменившихся листа и засушить).

3. Когда наблюдалось первое заметное осыпание листьев (сорвать 3 веточки с несколькими сохранившимися на них листьями и засушить).

4. Когда все листья опали (сорвать 3 обнаженных веточки и сохранить).

Примечание: Для наблюдения выбрать одно из следующих растений: липу, дуб, клен, ясень, тополь, березу, дикий виноград, бруснику, чернику, ель, сосну, лиственницу и др.


## Задача 2 (прорабатывается вместе с первой).


### НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ПОГОДОЙ.


Ежедневно отмечать в дневнике состояние погоды (один раз в день—утром, или три раза—рано утром, в полдень и вечером, если возможно—в 7 ч. утра, в 1 час. дня и 9 час. вечера).


1. Если имеется термометр, отмечать температуру воздуха (в тени); если нет, записывать свои ощущения (холодно, тепло).


2. Отмечать облачность неба. Можно пользоваться для наглядности следующими знаками, разделяя мысленно небесный свод на 4 части и определяя, сколько четвертей неба занято облаками:

— все небо покрыто облаками: 4 (все четыре части покрыты облаками) или знак: ;

— все небо ясное: ;

— небо покрыто облаками приблизительно наполовину: 2 (две части неба покрыты облаками) или знак: ;

— облаков мало, ими покрыто не более  $\frac{1}{4}$  неба: 1 или знак: ;

— почти все небо, не менее  $\frac{3}{4}$  его покрыто облаками, есть только немного голубых просветов: 3 или знак: ;

При точных наблюдениях небесный свод делят не на 4, а на 10 частей и указывают цифрой число десятых долей, занятых облаками.

3. Отмечать осадки: дождь ●, снег ✱, роса o, иней  $\triangle$ .

4. Отмечать направление и силу ветра.

Направление ветра удобно определять по направлению, по которому относится пригоршня подброшенной вверх пыли.

Направление ветра можно отмечать следующими знаками:

Северный ветер: ☰; восточный: ↗; южный: ☵; западный: ☶.

Силу ветра можно определить по дыму или по действию, производимому им на деревья.

Дым поднимается прямо вверх, листья деревьев неподвижны—тихо.

Дым отклоняется в сторону, колеблются мелкие листочки—слабый ветер; у стрелки, обозначающей ветер, нарисовать одно «перо»: ↗.

Дым вырывается из трубы и уносится ветром в сторону, колеблются большие ветки деревьев—сильный ветер; обозначить двумя «перьями» у начала стрелки: ↗.

5. Следить за первым появлением заморозков и отмечать эти дни в дневнике.

### Задача 3.

#### НАБЛЮДЕНИЕ ЗА РАСТЕНИЕМ, ПОМЕЩЕННЫМ В КОМНАТЕ.

1. Пересадить в ящик небольшое растение, известное, как сбрасывающее на зиму свою листву (проросток клена, липы, кустик черники и т. п.). Держать его в теплом и светлом месте.

2. Наблюдать за состоянием его листьев, записывая ежедневно свои наблюдения в дневнике.

3. Отмечать те же моменты, какие указаны в первой задаче.

4. Отмечать ежедневно температуру комнатного воздуха (достаточно 1 раз в день).

Ответить на вопросы:

1. Осыпались ли с растения листья?
2. Было ли в комнате холодно?
3. Удалось ли, поместив растение в тепло, удержать его листья от осыпания?

**Задача 4.**

(Продолжение 1-й задачи).

**СОСТАВИТЬ КОЛЛЕКЦИИ ИЗ СОБРАННОГО МАТЕРИАЛА.**

Сделать коллекции из материала, собранного в 1-й задаче.

1. Наклеить на картон: а) лист растения, начавший терять зеленый цвет и подписать: «Первое появление осенней окраски», месяц и день наблюдения;

б) рядом наклеить лист совершенно изменившийся и подписать: «Все дерево окрасилось в осенний цвет», месяц и число наблюдения;

в) приклеить, веточку с двумя-тремя листьями на ней и 1—2-мя листьями под нею и подписать: «начало листопада», месяц и число наблюдения;

г) наконец, приклеить совершенно обнаженную веточку и подписать: «Конец листопада», месяц и число наблюдения.

2. Для всех растений, сбросивших листья, сделать общую коллекцию. На лист картона наклеить обнаженную веточку каждого растения и под нею опавший лист. Под каждым растением обозначить месяц и число, когда произошло полное опадание его листвы. Сделать общую надпись: «Время окончания листопада наших растений в . . . . году».

3. Сделать на картоне коллекцию из веточек вечно-зеленых растений.

4. Наклеить на лист картона рядом два родственных растения, различно встречающих зиму (бруснику и чернику, лиственницу и сосну и т. п.), и сделать надпись: «Родственные растения, различно встречающие зиму».

## Проработка всех наблюдений.

После окончания работ по предыдущим задачам, ответить на вопросы:

1. При какой погоде, холодной или теплой, начали желтеть, осыпаться и совсем осыпались листья с растения, за которым Вы вели наблюдения?

2. Были ли заморозки перед опадением листьев с Вашего растения?

3. Мороз ли заставил осыпаться листья с Вашего растения?

Какой можно сделать вывод на основании Ваших наблюдений о роли мороза при листопаде?

4. Был ли ветер во время наблюдавшегося Вами осыпания листьев?

5. Не наблюдали ли Вы осыпания листьев при тихой погоде?

6. Если да, то какой отсюда можно сделать вывод о роли ветра при листопаде?

## Глава II.

### Значение листопада для растения.

#### Задача 5.

ИССЛЕДОВАТЬ ИСПАРЯЕМОСТЬ ВОДЫ ПРИ МОРОЗЕ.

1. Налить в блюдце немного воды и выставить на мороз в ясную погоду.

Ежедневно следить за водой и отмечать ее состояние.

Какие с нею происходят изменения?

Как это объяснить?

Происходит ли при морозе испарение воды?

(Этот же опыт повторить с мокрой тряпкой или бумагой).



**Задача 6.**

ИССЛЕДОВАТЬ ВЛИЯНИЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОСТУПЛЕНИЕ ВОДЫ В РАСТЕНИЕ ЧЕРЕЗ КОРНИ (ВСАСЫВАЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОРНЕЙ).

1. Горшок с каким-нибудь комнатным растением (примулой, геранью, бегонией и пр.) поместить в сосуд со снегом или льдом (для большего охлаждения можно прибавить к снегу тройное количество поваренной соли). Все это поставить в теплой комнате на свету.

Наблюдать за растением:

Что происходит с его листьями?

Почему?

Как отразилось на растении охлаждение его корней?

Чем опасна для растения низкая температура?

**Задача 7.**

ОПРЕДЕЛИТЬ ИСПАРЯЮЩУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛИСТЬЕВ,

1. Налить три стакана воды.

Срезать веточку липы или березы и веточку ели или сосны. Каждую веточку поместить в отдельный стакан. Один—оставить контрольным.

Во все стаканы на воду налить немного масла.

2. Взвесить все стаканы и отметить вес каждого. Выставить стаканы на солнечное окно и через сутки взвесить.

Изменился ли вес стаканов?

Если изменение в весе незначительно, оставить их еще на сутки...

Изменился ли вес контрольного стакана?

Изменился ли вес стаканов с ветвями и насколько?

Почему произошло изменение в весе?

3. Сорвать все листья с веток и высушить в теплом месте.

Определить вес сухих листьев, собранных с каждой ветки.

Зная вес испарившейся воды и вес сухих листьев, вычислить, сколько испарившейся воды приходится на 1 грамм веса сухих листьев.

Для какого растения на 1 грамм сухого веса листьев приходится больше испарившейся воды?

Чем отличаются листья растений с малой и большой испаряющей деятельностью?

### Задача 8.

ОПРЕДЕЛИТЬ ПРОЧНОСТЬ ПРИКРЕПЛЕНИЯ К ВЕТКЕ ЛИСТА.

1. Сорвать ветку со свежим зеленым листом.

Укрепить ее неподвижно (закрепить в штативе или прибить гвоздем).

На черешок листа накинуть петлю, прикрепив ее к чашке из картонной коробочки.

Кладя в чашку груз (разновески, дробь), определить, при какой нагрузке лист отрывается.

2. Повторить опыт с листом, начавшим желтеть и с совсем желтым.

Какой лист слабее держится на ветке?

Чем это объяснить?

### Задача 9.

ИССЛЕДОВАТЬ ЗНАЧЕНИЕ ПРОБКОВОГО ПОКРОВА У КАРТОФЕЛИНЫ.

1. Очистить крупную картофелину.

2. Уравновесить ее на весах и оставить на сутки в покое в сухом месте.

Что показывают весы через сутки?

Как это объяснить?

3. Снова уравнять весы, прибавив разновески на чашку с картофелиной.

Прибавленный груз записать.

Так повторять несколько дней подряд.

4. Одинаковый ли груз приходится каждый раз прибавлять для приведения весов в равновесие?

Как это объяснить?

Когда картофелина перестанет изменяться в весе, прекратить наблюдение.

Рассмотреть картофелину:

Чем она покрылась с поверхности?

Почему перестал меняться ее вес?

5. Для наглядности вычертить графику изменения веса картофелины и объяснить ее особенность.

### **Задача 10.**

#### **РАССМОТРЕТЬ ВИД ЛИСТОВЫХ СЛЕДОВ.**

1. Рассмотреть листовую след у различных растений.

Зарисовать его форму.

Рассмотреть на нем следы проводящих сосудов.

Сосчитать их число и зарисовать.

2. Составить на картоне коллекцию листовых следов, прикрепляя к нему кусочки веток.

### **Задача 11.**

#### **ВЫЯСНИТЬ РАЗНИЦУ В ОПАДЕНИИ ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ЛИСТЬЕВ.**

1. Понаблюдать листопад сложных (конский каштан, акация и др.) и простых листьев (малина и др.).

Какая наблюдается разница в их опадении?

2. Сделать коллекцию, на которой представить опадение простого и сложного листа.

Для этого наклеить на картон веточку с опадающим сложным листом и рядом веточку с опадающим простым листом, расположив их в таком виде, какой они имеют в момент опадения.

## Г л а в а III.

**Подготовка растений к листопаду.****Задача 12.****ИССЛЕДОВАТЬ ОСЕННИЕ ЛИСТЬЯ НА КРАХМАЛ.**

1. Сорвать свежий, зеленый лист, опустить в воду и прокипятить.

Вынув из воды, перенести в блюдце со спиртом (денатурированным); блюдце пустить плавать на поверхности воды, нагретой до кипения. Когда спирт извлечет окраску листа (минут через 15—20), и он побледнеет, вынуть его из спирта, промыть водой и опустить в раствор иода (продажную иодную тинктуру разбавить водою до цвета крепкого чая).

Что стало с листом?

Обнаружился ли в нем крахмал?

2. Повторить опыт с листьями, начавшими желтеть, и совершенно желтыми, опавшими с дерева.

Обнаружился ли в них крахмал?

**Задача 13.****ИССЛЕДОВАТЬ НА КРАХМАЛ ПОДЗЕМНЫЕ ЧАСТИ РАСТЕНИЙ.**

1. Разрезать поперек морковь, петрушку, репу и др. корнеплоды и рассмотреть их строение.

Найти в них наружную кожицу; под нею кольцо коры и внутреннюю часть—древесину. Отметить, у каких корнеплодов кора толще и у каких тоньше.

2. Разрезать картофелину и луковицу. В картофелине рассмотреть кожицу и внутреннюю часть. В луковице рассмотреть наружные и внутренние чешуи и донце, от которого отходят корешки.

Чем отличаются наружные и внутренние чешуи лука?

Какая часть луковицы идет в еду?

Почему?

3. Рассмотреть капусту и сравнить ее строение со строением рассмотренных овощей.

Что у них сходного, и в чем разница?

Какая часть капусты идет в еду?

4. Острым ножом приготовить поперечные и продольные срезы из разобранных овощей.

Продержать их в растворе иода минут 10—15.

У каких растений обнаружился крахмал?

В каких частях?

#### Задача 14.

ИССЛЕДОВАТЬ НА КРАХМАЛ ВЕТКУ ЛИПЫ И СЕМЕНА.

1. Приготовить срез молодой ветки липы (ветку выбрать толщиной см. в  $1\frac{1}{2}$ ).

Продержать его в растворе иода минут 10—15.

Обнаружился ли в нем крахмал?

2. Семена гороха, бобов, кукурузы и т. п. измельчить. Щепотку полученной муки взять в пробирку, прилить воды и вскипятить. После охлаждения прибавить несколько капель раствора иода.

Присутствует ли крахмал в семенах?

#### Задача 15.

ПРИГОТОВИТЬ СПИРТОВУЮ ВЫТЯЖКУ ХЛОРОФИЛЛА.

В спирт (чистый, не денатурированный) набросать мелко нарезанных зеленых листьев и оставить в нем, пока раствор не примет интенсивной зеленой окраски (для опыта можно брать обыкновенную водку).

Спиртовую вытяжку слить с листьев в чистую стеклянку.

Рассмотреть ее, освещая сзади и сбоку.

Наблюдается ли какая-нибудь особенность в окраске при таком освещении?

Какая именно?

### **Задача 16.**

#### **ВЫДЕЛИТЬ ЖЕЛТЫЕ ПИГМЕНТЫ ИЗ ЗЕЛЕННОЙ ХЛОРОФИЛЛОВОЙ ВЫТЯЖКИ.**

Налить в пробирку зеленой спиртовой вытяжки и прибавить немного бензину. Зажав пробирку пальцем, сильно взболтать. Если бензин плохо отделяется от спирта, прибавлять во каплям воду и каждый раз взбалтывать, пока разделение жидкостей не будет происходить без замедления.

В какой цвет окрасился бензин?

Какого цвета стал спирт?

### **Задача 17.**

#### **ВЫЯСНИТЬ ВЛИЯНИЕ СВЕТА НА ПИГМЕНТЫ.**

1. Налить хлорофиллового раствора в 2 пробирки. Одну поставить в темноте, а другую на свету (на солнце).

Изменилась ли окраска спирта и в какой пробирке?

В чем сказалось влияние света?

2. Выставить на свет пробирку предыдущего опыта с двумя пигментами.

Что произошло с окраской ее жидкостей?

Почему?

### **Задача 18.**

#### **ВЫЯСНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЗАТЕНЕНИЯ ПРИ ПОЖЕЛТЕНИИ ЛИСТА.**

1. Недели за 2 до появления осенней окраски затенить часть зеленого листа при помощи двух пробок, проколотых булавкой.

Когда лист пожелтеет, сорвать его с растения и снять пробки.

Как отразилось затенение на окраске листа?

### **Задача 19.**

**ВЫЯСНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЗАТЕНЕНИЯ ПРИ ПОБУРЕНИИ ЛИСТА.**

1. Пожелтевший лист, остающийся еще на дереве, затенить двумя пробками, проколотыми булавкой.

2. Когда лист побуреет и спадет с дерева, снять пробку.

Как отразилось на окраске листа его затенение?

Есть ли сходство с подобным опытом, сделанным над зеленым листом?

### **Задача 20.**

**СОСТАВИТЬ КОЛЛЕКЦИИ ИЗ ЖЕЛТЫХ ЛИСТЬЕВ, СОХРАНИВШИХ МЕСТАМИ ЗЕЛЕНУЮ ОКРАСКУ.**

Собрать коллекцию листьев с сохранившейся местами зеленой окраской.

Постараться выяснить причины ее сохранения (затенение, повреждение насекомыми, паразитными грибами, механические повреждения и т. п.)

### **Задача 21.**

**ВЫЯСНИТЬ ЗНАЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖИЛОК В ЗЕЛЕНОМ ЛИСТЕ.**

1. Недели за две до начала появления осенней окраски листьев (с середины августа) выбрать на растении свежий неповрежденный лист и перерезать одну из его крупных жилок.

2. На другом листе выдавить крупную фигуру (делать это удобно наперстком, футляром от карандаша и т. п.).

Листья оставить на растении.

Когда листья пожелтеют, сорвать их и засушить для коллекции.

Сплошь ли пожелтели листья?

Как отразились на изменении окраски листа перерезка жилок и выдавливание фигуры?

#### Задача 22.

СОСТАВИТЬ КОЛЛЕКЦИИ ИЗ ОПАВШИХ ЛИСТЬЕВ.

1. Составить из осенних листьев коллекции, показывающие постепенность в изменении их окраски.

Обратить внимание на два случая:

1. Зеленая окраска сохраняется вдоль жилок.
2. Зеленая окраска сохраняется между жилок.

#### Задача 23.

ИСКУССТВЕННО ПОЛУЧИТЬ ОСЕННЮЮ ОКРАСКУ ЛИСТА.

Сорвать свежий зеленый лист и опустить черешком в спирт, налитый в небольшую стеклянку.

Наблюдать за изменением его окраски.

В каких местах стала исчезать зеленая окраска?

На какой из случаев, указанных в предыдущей задаче, походит этот искусственно измененный лист?

#### Задача 24.

ПОНАБЛЮДАТЬ ЗА ПОРЯДКОМ ЖЕЛТЕНИЯ ЛИСТЬЕВ.

1. Понаблюдать у деревьев, растущих тесными группами и в одиночку, какие листья начинают желтеть быстрее—верхние или нижние.

Объяснить наблюдаемые случаи, приняв во внимание, что при равномерном освещении пожелтение наступает раньше у старых листьев, а при неравномерном—у более освещенных.



## Красная окраска осенних листьев.

### Задача 25.

ПОЛУЧИТЬ ВЫТЯЖКИ КРАСНОЙ ОКРАСКИ (АНТОЦИАНА) ИЗ ЛИСТЬЕВ.

1. Мелко нарезать красные листья, облить водой и прокипятить.

Какого цвета получился раствор?

Какого цвета стали листья?

Как это объяснить?

2. Налить этого раствора в пробирку. Прибавлять к нему по каплям слабую кислоту.

Как изменяется от кислоты цвет раствора?

3. После этого в ту же пробирку прибавлять каплями слабый раствор соды или аммиака.

Как меняется цвет раствора?

4. Нарезать несколько кусочков красной свеклы или красной капусты. Опустить один кусочек в слабый раствор кислоты (уксус).

Как изменилась окраска кусочка?

Другой кусочек опустить в раствор щелочи.

Как изменилась его окраска?

Ответить на основании проделанных опытов, от чего зависит та или иная окраска антоциана.

### Задача 26.

СОСТАВИТЬ КОЛЛЕКЦИЮ КРАСНЫХ ЛИСТЬЕВ.

1. Составить коллекцию красных листьев разных тонов и объяснить причину этого разнообразия оттенков.

### Задача 27.

ВЫЯСНИТЬ ВЛИЯНИЕ ЗАТЕНЕНИЯ НА КРАСНЕЮЩИЙ ЛИСТ.

1. Зеленый лист, начинающий местами краснеть, затенить двумя пробками.

Когда он покраснеет, снять пробки.

Как отразилось на окраске листа его затенение?

При каких условиях образуется красная окраска листа?

#### **Задача 28.**

**СОСТАВИТЬ КОЛЛЕКЦИЮ ИЗ ЛИСТЬЕВ, ЧАСТИЧНО  
ОКРАШЕННЫХ В КРАСНЫЙ ЦВЕТ.**

1. Найти листья, покрасневшие вследствие затенения только частично, и составить из них коллекцию.

#### **Задача 29.**

**СОСТАВИТЬ КОЛЛЕКЦИЮ ИЗ ПОКРАСНЕВШИХ  
ЛИСТЬЕВ РАЗНЫХ РАСТЕНИЙ.**

Собрать покрасневшие листья разных растений, засушить и наклеить на картон, подписав названия растений.

#### **Задача 30.**

**НАЙТИ ЛИСТЬЯ, ПОКРАСНЕВШИЕ В СВЯЗИ С ИХ  
ПОВРЕЖДЕНИЕМ.**

Найти листья с повреждениями листовой пластинки (повреждения механические, разрушения паразитными насекомыми, грибами и проч.) и с красным окрашиванием выше места повреждения.

Составить из них коллекцию.

#### **Задача 31.**

**ИСКУССТВЕННО ВЫЗВАТЬ ПОКРАСНЕНИЕ  
ЛИСТЬЕВ.**

1. Летом или в начале осени произвести искусственное повреждение жилки листа.

Наблюдать за листом.

Появилась ли красная окраска и где?

2. Летом или в начале осени снять на ветке кольцевым надрезом кору (опыт хорошо удается у садовой спиреи, черной смородины, малины, рябины, осины, яблони и т. п.).

Наблюдать за листьями выше надреза.

Что с ними происходит?

С какими листьями произошло более заметное изменение: с расположенными ближе к надрезу или же с более дальними?

---

ЧАСТЬ III

**Дополнительные работы с осенними  
листьями**

## **Дополнительные работы с осенними листьями.**

### **Работа 1.**

#### **Расположение листьев на дереве. Мозаика листьев.**

Рассмотреть у деревьев и кустарников расположение листьев на горизонтальных и вертикальных ветвях

Найти случаи, в которых отчетливо появляется связь между расположением листьев и освещением:

а) листья не затевают друг друга, располагаясь в одной плоскости (на горизонтальных ветвях);

б) листья не затевают друг друга, располагаясь этажами по спирали (на вертикальных ветвях).

Обратить внимание на длину черешков у отдельных листьев и их расположение в связи с величиной листовой пластинки.

Уяснить значение этих факторов для предотвращения затенения.

**Примечание:** Явления эти хорошо наблюдаются у клена, вяза и др.

### **Работа 2.**

#### **Число листьев на дереве и их размеры.**

1. Незадолго до листопада снять все листья с одной из крупных веток дерева и подсчитать их число. На глаз мер определить, какую часть дерева составляет ветка. Перемножить первое из полученных чисел на второе и узнать, сколько приблизительно листьев находится на дереве. Для определения удобно

брать небольшое деревцо, с не слишком густой кроной, напр., яблоню, дуб, клен и т. п.

Для примера приводим одно наше определение у яблони. На одном суку дерева находилось 419 листьев. Сук по размерам (числу листьев) составлял приблизительно  $\frac{1}{6}$  часть дерева. Следовательно, число листьев на всем дереве было приблизительно  $419 \times 6 = 2514$  шт.

2. Листья, снятые с предыдущей ветки или с отдельного деревца, подобрать по величине, разбив на группы: 1) очень мелкие листья, 2) мелкие, 3) ниже среднего, 4) средние, 5) выше среднего, 6) крупные и 7) очень крупные.

Подсчитать число листьев в каждой группе.

Начертить диаграмму колебания числа листьев разной величины, обозначая по вертикали число листьев в группе, а по горизонтали—положение отдельных групп, начиная с группы листьев самых крупных (рис. 20, табл. 2)

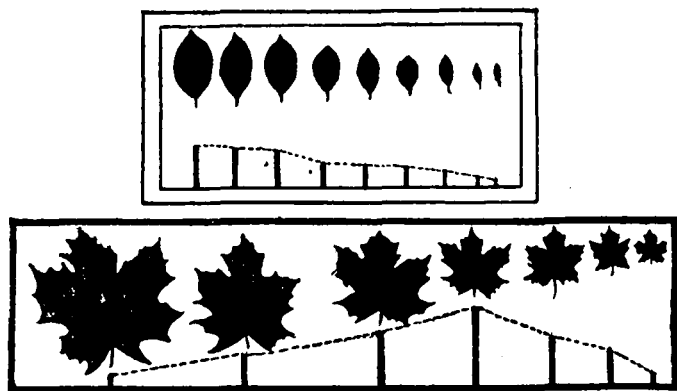


Рис. 20.

Табл. 1. Колебание размера листьев. Наверху: листья вишни, сорванные с одного дерева и расположенные в порядке их величины. Внизу: диаграмма колебания величины этих листьев. Табл. 2. Колебание числа листьев разной величины на одном дереве. Наверху: листья из 7-ми групп. Внизу: диаграмма колебания числа листьев в этих группах (коллекции с выставки «Листопад»).

3. Измерить при помощи сантиметровой линейки длину листьев по средней жилке. Начертить диаграмму изменения длины листьев, изображая вертикальными линиями среднюю длину листьев в группах (рис. 20, табл. 1 и рис. 21).



Рис. 21.

Колебание величины листьев на одном дереве. (Работа детей).

Для работы особенно подходят растения с крупными листьями (клен, смородина и пр.). В качестве примера приводим наше определение, сделанное осенью 1924 г. 20 сентября сняты все листья с молодого деревца клена, высотой в 3,2 метра. Всех листьев оказалось 145, из них самых мелких 5, мелких 17, ниже среднего 24, средних 40, выше среднего 29, крупных 21, самых крупных 9.

Длина листьев оказалась следующая: самых мелких 3,7 см., мелких 5,1 см., ниже среднего 6,4 см., средних 8,5 см., выше среднего 10,5 см., крупного 12,6 см., самых крупных 15,5 см.

Диаграмму колебания числа листьев разной величины следует сравнить с диаграммой, так же составленной для семян, для роста учеников в классе и т.п

## Работа 3.

**Измерение поверхности листьев.**

Поместить лист на миллиметровую бумагу, обвести контур карандашом и сосчитать число квадратных миллиметров, занятых листом; сумма их дает площадь листа. При подсчете квадратики больше половины принимать за целые, и меньше половины—не считать.

2. Поместить лист на плотную бумагу и обвести контур карандашом. Полученную фигуру листа вырезать ножницами. То же проделать с рядом других листьев. Взвесить вырезанные фигуры. После этого определить вес единицы площади взятой бумаги (напр., 1 кв. дм. или больше, смотря по плотности бумаги). Для вычисления поверхности листа вес соответствующих бумажных фигур разделить на полученный вес единицы площади бумаги.

Определить таким образом поверхность самых мелких листьев дерева, средних и самых крупных. Вычислить поверхность всех листьев ветки и всего дерева.

При измерении поверхности большого количества листьев, напр., крупной ветки или небольшого деревца, можно поступить следующим образом. Измерить поверхность 3—4-х первых листьев и взвесить их без черешков. Взвесить все листья ветки или деревца, также без черешков. Отсюда вычислить поверхность всех листьев, для чего поверхность 3—4 первых листьев увеличить во столько раз, во сколько вес всех листьев больше веса этих листьев.

В виду того, что осенью разные листья растения обычно сильно отличаются по содержанию в них воды и, следовательно, по весу, для большей точности определение лучше производить с листьями предварительно высушенными.



#### Работа 4.

### Определение величины испарения воды листьями разных растений.

Стеклянные высокие банки или стаканы наполнить до  $\frac{2}{3}$  водою. Срезать ветки растений (приблизительно в  $\frac{1}{2}$  метра высотой) и поставить основаниями в воду. Чтобы устранить испарение воды с поверхности, налить в стаканы слой масла (в 1 см. толщ.). Банки с растениями взвесить и поставить рядом на окне.

Через некоторый промежуток времени (5—10—20 часов) банки вновь взвесить. Изменение веса банок дает количество воды, испарившейся через листья растения.

Проделать опыт с ветками липы и дуба, приблизительно одинаковой величины. После опыта снять листья с веток и определить их поверхность. Вычислить, какие количества воды испаряются с единицы поверхности листьев этих растений

Вычислить связь величины испарения листьями воды с их строением (мягкие, тонкие листья липы испаряют примерно вдвое больше воды, чем жесткие, покрытые плотной кожицей, листья дуба).

#### Работа 5.

### Исследование пигментов листьев под микроскопом.

1. Тонкие срезы свежих зеленых листьев, приготовленные острой бритвой, рассмотреть в капле воды под микроскопом. При увеличении выше 100, ясно видны клетки листа, сплошь заполненные хлорофилловыми зернами. Особенно крупные хлорофилловые зерна наблюдаются в листьях обыкновенной бузины.

2. С нижней стороны листа традесканции («Бабы сплетни») снять маленький кусочек кожицы и рас-

смотреть под микроскопом. На препарате хорошо видны: бесцветные клетки кожицы, устьица (отверстия для испарения воды), с замыкающими их двумя полулунными клетками, содержащими хлорофилловые зерна; в отдельных местах кожицы попадаются группы клеток, окрашенные в ярко-красный цвет (рис. 22, 1 и 2). При прибавлении к препарату капли раствора

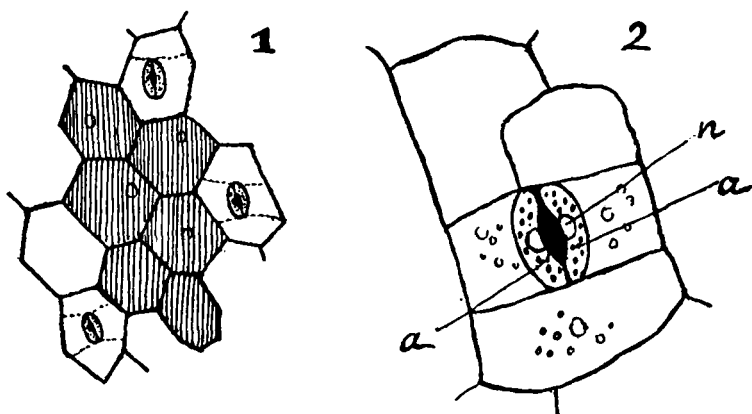


Рис. 22.

Кожица с нижней стороны листа традесканции. 1—клетки с окрашенным клеточным соком и устьица; 2—устьице при большом увеличении. Видны две замыкающие клетки устьица (а), с ядрами (п) и хлорофилловыми зёрнами.

аммиака (5 частей воды на 1 часть нашатырного спирта) красная окраска переходит в синюю, а затем в зеленую. При прибавлении слабого раствора кислоты, окраска снова становится красной. Это доказывает, что красная окраска этих клеток обязана антоциану.

Отметить отличия в природе зеленого и красного пигмента (хлорофилла и антоциана) (сравнить рис. 22 и рис. 23).

Сравнить зеленую окраску листьев с красной окраской крови и белой окраской молока; во всех слу-

чаях окраска вызывается невидимыми для невооруженного глаза окрашенными тельцами.

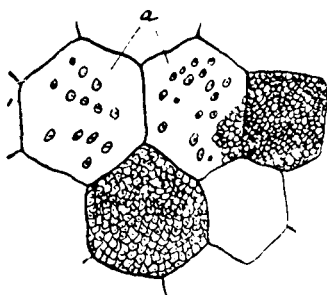


Рис. 23.

Продольный срез мякоти листа традесканции. Видны клетки с хлорофилловыми зернами (из клеток *a* большая часть зерен выпала).

## Работа 6.

### Непроницаемость живых клеток для пигментов.

1. Кусочек кожицы нижней стороны листа традесканции или тонкий срез корня красной свеклы рассмотреть в воде под микроскопом. В нем хорошо видны клетки, окрашенные антоцианом (рис. 24, 1). Прибавить по каплям 1—2% раствора поваренной соли. Окрашенное антоцианом содержимое клеток (клеточный сок с тонким постенным слоем протоплазмы) заметно уменьшается в объеме и отстает от стенок клетки (рис. 24, 2). Раствор соли вытягивает из клетки воду, которая легко проходит через протоплазму, непроницаемую для пигмента. При погружении препарата в воду клетки вновь увеличиваются в объеме и доходят до стенок клеток, как было в начале опыта.

2. Кусочки листьев с красной окраской (бегонии или осенних листьев) поместить в воду комнатной

температуры. Вода остается бесцветной. Нагреть воду до кипения. Жидкость окрашивается в ярко-красный цвет.

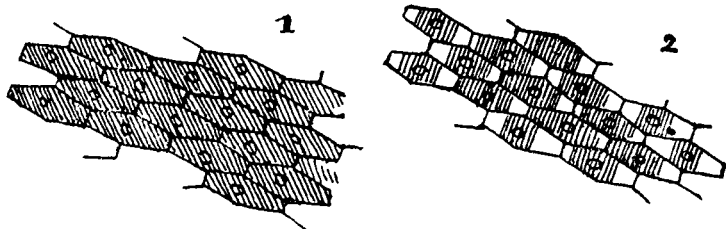


Рис. 24.

Кожица с нижней стороны листа традесканции. Видны клетки с окрашенным клеточным соком: 1—в чистой воде; 2—в 2% растворе поваренной соли (явления плазмолиза).

Кипячение убивает клетки, благодаря чему они теряют способность удерживать красный пигмент, который легко переходит в воду. Прodelать тот же опыт с кусочками красной свеклы.

## Работа 7.

### Искусственное получение скелетов листьев.

1 способ. Высушенный лист положить на сукно или кусок толстой промокательной бумаги и ударить широкой жесткой щеткой (платяной или головной). Мякоть листа легко выбивается, и от них остаются только жилки в виде густой сети.

2 способ. Свежий лист положить в воду и вымочить до тех пор, пока не сгниет вся его мякоть. После этого осторожно вынуть и удалить при помощи зубной щетки остатки мякоти и кожицы. Полученный скелет высушить между листами пропускной бумаги.

3 способ. Свежий лист прокипятить в  $1/2$ — $1\%$  раствора едкой щелочи. Кипячение время от времени

прерывать и листья обливать водою. Мягкие части листа, разрушенные щелочью, удалять кисточкой или зубной щеткой. Оставшийся скелет листа промыть водой и высушить.

### Работа 8.

#### Особенности отдельных растений по отношению к антоциану.

Наблюдать в течение весны, лета и осени за различными растениями. Отметить:

1. У каких растений листья постоянно окрашены в красный цвет.

2. Листья каких растений образуют антоциан весной при распускании почек (дуб, орешник, тополь крапива и др.).

3. У каких растений антоциан появляется только осенью.

4. Листья каких растений окрашиваются антоцианом и весной и осенью (клен, осина, боярышник и др.).

5. В каких случаях листья растений сохраняют красную, весеннюю, окраску в течение всего лета (молодые низовые побеги некоторых деревьев, побеги из пней у клена, дуба и др.).

6. Какие растения особенно чувствительны к образованию антоциана (он появляется при повреждении насекомыми, паразитными грибами, поломке и т. п. случаях).

7. У каких растений красная окраска появляется летом, при отмирании листьев (злаки, земляника и др.).

8. У каких растений совершенно не наблюдается красная окраска (желтая акация, спаржа, чистотел и друг.).

Листья должны быть засушены, и из них составлены коллекции по указанным вопросам.

## О Г Л А В Л Е Н И Е.

**Предисловие . . . . . 5**

### **Часть I. Методические указания для руководителя.**

Глава I. Является ли мороз причиной листопада . . . . . 11

Глава II. Значение листопада для растений . . . . . 21

Глава III. Подготовка растений к листопаду. Окраска листьев 31

### **Часть II. Задачи для исследовательской работы детей.**

Глава I. Является ли мороз причиной листопада . . . . . 49

Глава II. Значение листопада для растений . . . . . 53

Глава III. Подготовка растений к листопаду. Окраска листьев 57

**Часть III. Дополнительные работы с осенними листьями . 67**

---